

FENOLOGIA DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA

Helio Tonini¹

(recebido: 2 de abril de 2009; aceito: 30 de novembro de 2010)

RESUMO: Objetivou-se, com a realização do presente trabalho, estudar o padrão fenológico da castanheira-do-brasil em floresta natural localizada no sul do estado de Roraima, procurando relacionar a frequência de ocorrência das fenofases às condições pluviométricas do período. Para o levantamento fenológico, foram selecionados 20 indivíduos adultos localizados em uma parcela permanente de 9 ha. As observações fenológicas ocorreram quinzenalmente de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009 tendo-se registrado a presença ou a ausência dos eventos de floração, frutificação e mudança foliar para cada árvore. Para estimar a sincronia dos eventos fenológicos, utilizou-se o índice de sincronia da população (Z). A floração da castanheira-do-brasil mostrou-se periódica, anual, longa e sincrônica e ocorreu predominantemente durante o período de menor precipitação. A frutificação mostrou-se periódica e sincrônica e a dispersão dos frutos ocorreu predominantemente no período chuvoso. O padrão fenológico da emissão de folhas tendeu a variar anualmente, sendo próximo ao contínuo em 2007 e bi-modal em 2006 e 2008. Observou-se uma maior proporção de indivíduos perdendo folhas entre os meses de agosto e outubro que caracterizam um período de transição entre a época seca e a chuvosa com sensível redução de precipitação.

Palavras chave: Amazônia, floração, frutificação, dispersão.

PHENOLOGY OF BRAZIL NUT (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) IN SOUTH OF RORAIMA STATE

ABSTRACT: This work was carried out in order to study the phenological pattern of brasil-nut trees in natural forest located in the south of Roraima state, in order to relate the frequency of occurrence of phenophases with rainfall. For the phenological survey 20 adult trees (DBH > 50 cm) were selected in a permanent sample plot of 9 ha. The phenological observations occurred fortnightly from February 2006 to February 2009, when data were collected on the presence or absence of events of flowering, fruiting, leaf flushing and leaf fall for each tree. The Index of population synchrony was used for estimating the synchrony of phenological events. The flowering of brasil-nut proved to be regular, annual, long and synchronous and was correlated with the reduction of rainfall. The fruiting was regular and synchronous, and dispersal was correlated with rainfall reduction. The phenological pattern of leaf flushing tended to vary yearly, being around the continual one in 2007 and bimodal in 2006 and 2008. It was noticed a higher proportion of trees falling leaves between August and October which characterizes a period of transition between the dry and the rainy time with sensitive reduction of rainfall.

Key words: Amazon, flowering, fruiting, dispersal.

1 INTRODUÇÃO

A castanheira-do-brasil é uma das mais importantes espécies de exploração extrativista da Amazônia, tendo participação significativa na geração de divisas para a região, além de ser fonte geradora de emprego e renda para milhares de trabalhadores rurais e urbanos.

Ocorre em toda a região amazônica, incluindo-se os Estados de Roraima, Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e a parte norte dos Estados de Goiás e Mato Grosso. Habita matas de terra firme, quase sempre em locais de difícil acesso com dispersão natural abrangendo 5° de latitude norte a 14° de latitude sul, onde também se encontram a Venezuela, a Colômbia, o Peru, a Bolívia e as Guianas.

No entanto, as formações mais densas ocorrem no Brasil (LORENZI, 2000).

Desenvolve-se bem em regiões de clima quente e úmido, sendo que as maiores densidades ocorrem em regiões onde predominam os tipos climáticos tropicais chuvosos com a ocorrência de períodos de estiagem definidos (MULLER et al., 1995).

Prefere solos argilosos ou argilo-arenosos de textura média a pesada (MULLER et al., 1995), e se estabelece melhor em locais mais secos em mata de terra firme não inundável (ARAUJO et al., 2001). No leste da Amazônia, ocorre em oxissolos e ultissolos, pobres em nutrientes, porém bem estruturados e drenados, não sendo encontrada em solos excessivamente compactados (CLEMENT, 2000).

¹Engenheiro florestal. Pesquisador Dr. em Engenharia Florestal – Embrapa Roraima – Br 174, km 08, Distrito Industrial – 69301-970 – Boa Vista, RR – helio@cpafrr.embrapa.br

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos como os reprodutivos e os efeitos responsáveis pelo desencadeamento destes em relação a fatores bióticos e abióticos dentro de uma ou várias espécies de plantas (LIETH, 1974). Os eventos fenológicos são regulados por características endógenas associadas às variações do clima que regulam a época, a intensidade, a duração e a periodicidade dos eventos fenológicos (FERRAZ et al., 1999).

O conhecimento sobre a fenologia de uma determinada espécie e o estudo da sua biologia reprodutiva permite que se possam definir estratégias sustentáveis de uso. Através da fenologia é possível conhecer como é organizada a distribuição temporal dos recursos (flores e frutos), entender a dinâmica de reprodução e regeneração das plantas e a relação entre as plantas e os animais (CALVIN; PIÑA-RODRIGUES, 2005), podendo-se também gerar bio-indicadores para estudos de impactos climáticos (TALORA; MORELLATO, 2000).

Realizou-se o presente trabalho com o objetivo de estudar o padrão fenológico da castanheira-do-brasil em floresta natural localizada no sul do Estado de Roraima. Procurou-se caracterizar a época de floração, frutificação, emissão e queda de folhas, relacionando a frequência das fenofases com a precipitação no período.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo e amostragem

O estudo fenológico foi realizado em área de floresta nativa localizada no Município de São João da Baliza no sul do Estado de Roraima, nas coordenadas 00° 57' 02" de latitude norte e 59° 54' 41" de longitude oeste (Figura 1).

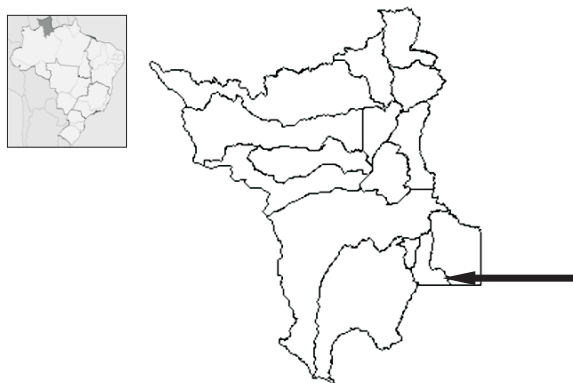


Figura 1 – Localização da área de estudo no estado de Roraima.

Figure 1 – Study area location in Roraima state.

A área apresenta relevo plano a ondulado com a vegetação predominante considerada como floresta tropical úmida (BRASIL, 1975). O clima na região é, segundo Köppen, do tipo Am (tropical chuvoso com pequeno período de seca) com precipitação média anual entre 1700-2000 mm. O período chuvoso ocorre com maior frequência de abril a agosto com totais mensais superiores a 100 mm. A partir de setembro ocorre uma sensível redução, com um período caracteristicamente seco ocorrendo mais frequentemente de novembro a março. A temperatura média anual é de 27°C (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA - FEMACT, 1993).

Os dados fenológicos foram obtidos em 20 indivíduos adultos, com copas bem formadas, dominantes (de posição superior no dossel) e livres de infestações por cipós.

Para a classificação dos indivíduos em adultos e jovens, adotou-se o critério utilizado por Wadt et al. (2005), baseado no estado reprodutivo. Nesse caso, foram considerados adultos indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito) maior do que 50 cm.

As árvores estavam localizadas em uma parcela permanente de 9 ha, instalada pela Embrapa Roraima para a realização de estudos de ecologia e manejo de espécies de uso não madeireiro como a castanheira-do-brasil e a andiroba (*Carapa guianensis* Aublet.).

2.2 Coleta das informações e análise dos dados

As visitas para as observações fenológicas ocorreram quinzenalmente de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009 e consistiram na coleta de dados sobre a presença ou ausência dos eventos de floração, frutificação e mudança foliar para cada árvore. Para a visualização das fenofases, utilizou-se um binóculo. Os dados de precipitação foram obtidos com a instalação de um pluviômetro no local.

Os critérios utilizados para a definição dos tipos de floração e frutificação foram frequência (número de ciclos por unidade de tempo), duração (tempo passado em cada ciclo fenológico), época (dia, mês ou estação do ano em que o evento ocorre) e sincronia (ocorrência simultânea de um evento fenológico). As estratégias de floração e frutificação adotadas neste trabalho seguiram as definições de Morellato (1991) e Newstron et al. (1994).

Para a análise dos dados, verificou-se o número de árvores em cada evento fenológico, e, em seguida, calculou-se a porcentagem de indivíduos em cada fase fenológica.

Para estimar a sincronia dos eventos fenológicos, utilizou-se o índice de sincronia da população (Z), conforme Augspurger (1983), que é expresso por:

$$Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

em que: n = número de indivíduos na população; x_i = sincronia do indivíduo i com seus co-específicos.

A sincronia de um determinado indivíduo com seus co-específicos ou o índice de sincronia individual (x_i) é definida por:

$$X_i = \left(\frac{1}{n-1} \right) x \left(\frac{1}{f_i} \right) x \sum_{j=1}^n e_{j \neq i} \quad (2)$$

em que: e_j = número de meses que os indivíduos i e j estão na mesma fenofase; f_i = número de meses em que o indivíduo i está na fenofase; n = número de indivíduos na população.

Quando $X = 1$, ocorre a sincronia perfeita; para $X = 0$, não existe sincronia no evento fenológico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Precipitação observada durante o período de estudo

Registraram-se, durante os três anos de monitoramento, precipitações anuais superiores a 2000 mm, sendo 2.212,8 mm em 2006, 2.577,5 mm em 2007 e 2.224,1 mm em 2008. A estação chuvosa, que se estende de abril a agosto, em média, concentrou 73,1% da precipitação total durante um ano, sendo 79,05% em 2006, 65,2% em 2007 e 75% em 2008. Esse período caracteriza-se por uma grande concentração de chuva em, normalmente, três meses.

Durante os anos de 2006 e 2008, observaram-se dois meses com precipitações mensais inferiores a 60 mm, o que caracteriza o clima local como sazonal, segundo a classificação adotada por Schaik et al. (1993) ao analisarem dados de 53 sítios tropicais. Segundo os autores, sítios não sazonais são definidos como tendo nenhum ou no máximo um mês seco (mês em que chove menos do que 60 mm).

3.2 Fenologia

Durante os três anos de observação, todos os indivíduos observados floresceram, frutificaram e dispersaram seus frutos anualmente. Todas as fenofases observadas em 2006 repetiram-se nos anos posteriores.

Excetuando-se a formação de frutos novos durante o ano de 2006, pode-se considerar todos os eventos fenológicos sincrônicos durante o período observado (Tabela 1) com valores médios de Z acima de 0,65.

Tabela 1 – Índice de sincronia da população (Z) para árvores de castanheira-do-brasil em São João da Baliza (RR).

Table 1 – Index of population synchrony (Z) for brazil nut trees in São João da Baliza (RR).

Ano	Fenofases					
	Fl	Fn	Fd	Dp	Ef	Qf
2006	0,71	0,48	0,92	0,80	0,72	0,77
2007	0,83	0,84	0,96	0,58	0,85	0,97
2008	0,79	0,83	0,74	0,64	0,77	0,87
Média	0,78	0,72	0,87	0,67	0,78	0,87

Onde: Fl = floração; Fn = Frutos novos; Fd = Frutos em desenvolvimento; Dp = dispersão, Ef = emissão de folhas; Qf = queda de folhas.

3.2.1 Floração

A fase reprodutiva da castanheira-do-brasil, nesta região da Amazônia, inicia-se com a emissão dos botões florais entre os meses de outubro e dezembro com máxima atividade entre janeiro e fevereiro. A floração pode ser considerada anual (com apenas um ciclo por ano), longa e sincrônica ($Z=0,78$). O início da floração ocorreu no mês de dezembro, estendendo-se até o final do mês de maio do ano seguinte, por um período médio de 6 meses (Figura 2).

As florações longas podem ser vantajosas por diminuir os riscos ou incertezas na polinização de espécies de polinização cruzada (como a castanheira-do-brasil), que tendem a florescer por um período de tempo mais longo (RATHCKE; LACEY, 1985).

Segundo Maués (2002), a castanheira-do-brasil é alógama com síndrome de polinização melitófila. Os principais polinizadores são abelhas de médio a grande porte, sendo a espécie altamente dependente da ação dos polinizadores para assegurar a produção de frutos.

A floração ocorreu predominantemente durante o período de menor precipitação, o que caracteriza a família Lecythidaceae e concorda com a literatura disponível sobre a espécie (CLEMENT, 2000; CYMERYYS et al., 2005; LEÃO; CARVALHO, 2001; MAUÉS, 2002; VIEIRA et al., 2007).

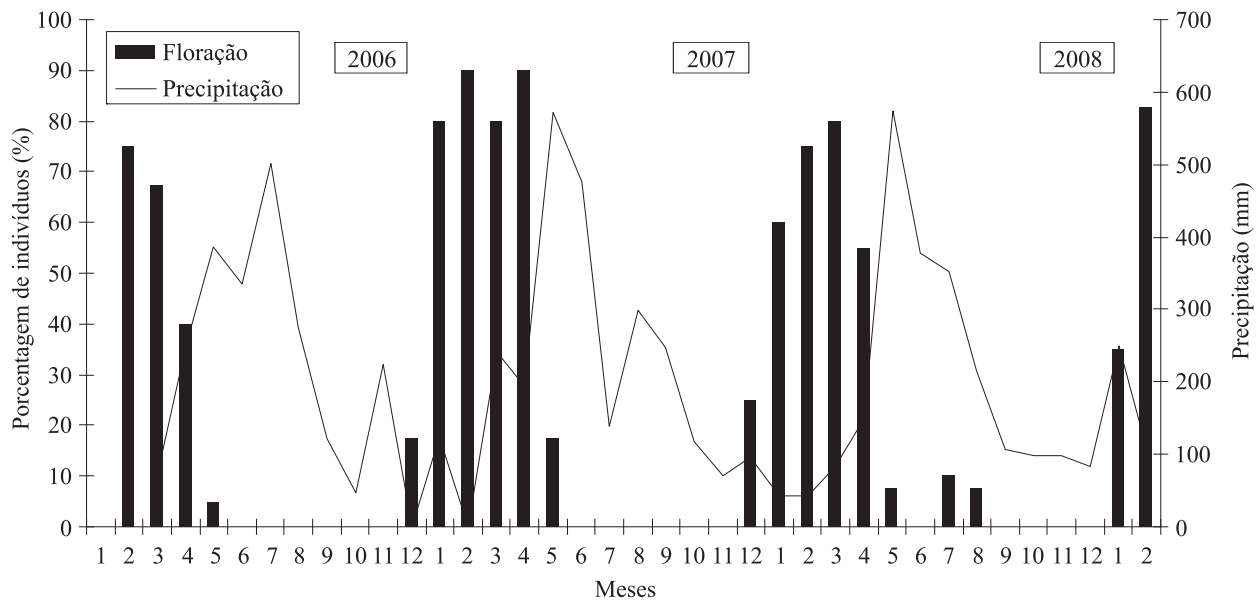


Figura 2 – Porcentagem de indivíduos de castanheira-do-brasil em floração registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009.

Figure 2 – Percentage of flowering for brasil-nut trees, recorded fortnightly from February 2006 to February 2009.

Vieira et al. (2007), ao estudarem a fenologia da castanheira-do-brasil em floresta ombrófila aberta em Porto Velho (RO), também observaram padrão anual de floração com a ocorrência de florescimento em 90% das árvores em quatro anos de estudo. O período de floração foi de 5 meses (setembro a janeiro), e a sincronia de floração ($Z=0,87$) foi superior a observada em São João da Baliza ($Z=0,78$).

Autores como Alencar et al. (1979), Leão e Carvalho (2001) e Mory e Prance (1987), em estudos fenológicos realizados com outras espécies amazônicas, também observaram um número maior de espécies florescendo no período seco.

Em 2006, o pico de floração ocorreu durante os meses de fevereiro e março, no momento em que 75% e 67,5% dos indivíduos observados apresentavam flores. Em 2007, o pico de floração ocorreu nos meses de fevereiro e abril com 90% dos indivíduos com flores nos dois meses. Em 2008, o pico ocorreu novamente nos meses de fevereiro e março com 75% e 80% dos indivíduos com flores, respectivamente.

Observou-se que floração da castanheira-do-brasil, nessa região de Roraima, ocorre mais tarde do que mais a leste da Amazônia e em Manaus, onde, segundo Clement (2000), mais a leste, a floração inicia-se em setembro e

estende-se até fevereiro com uma maior intensidade entre outubro e dezembro. Em Manaus, a floração inicia-se em junho e estende-se até setembro.

Fatores abióticos como a precipitação podem interferir sobre a floração, diretamente, por afetarem a habilidade de uma planta em produzir flores ou indiretamente, por afetarem os polinizadores (RATHCKE; LACEY, 1985). Segundo Schaik et al. (1993), a abundância de polinizadores pode variar sazonalmente e, no geral, o número de polinizadores é maior durante a estação seca, o que favorece a estratégia de florescer no período seco.

No entanto, Tutim e Fernandes (1993) afirmaram que é necessário ter cautela ao se relacionar as fenofases reprodutivas com a estação chuvosa em florestas tropicais. Os autores observaram que as temperaturas mínimas ocorridas na estação seca anterior às primeiras chuvas foi o principal fator ambiental relacionado à frutificação de algumas espécies em florestas úmidas no Gabão.

Schaik et al. (1993) afirmaram que a produção das plantas é potencialmente limitada por fatores como a disponibilidade de água, luz, gás carbônico e minerais. Variações significativas em qualquer um desses fatores podem influenciar no comportamento fenológico.

3.2.2 Frutificação

A frutificação (Figuras 3 e 4) pode ser considerada anual, longa e sincrônica ($Z=0,72$). Os frutos da castanheira-do-brasil apresentaram um longo período de maturação que se estendeu para o ano seguinte.

A sincronia na frutificação pode facilitar a dispersão se o aumento na densidade de frutos atrair um número maior de dispersores ou mesmo saciá-los, permitindo assim a germinação e o estabelecimento das plântulas (RATHCKE; LACEY,1985).

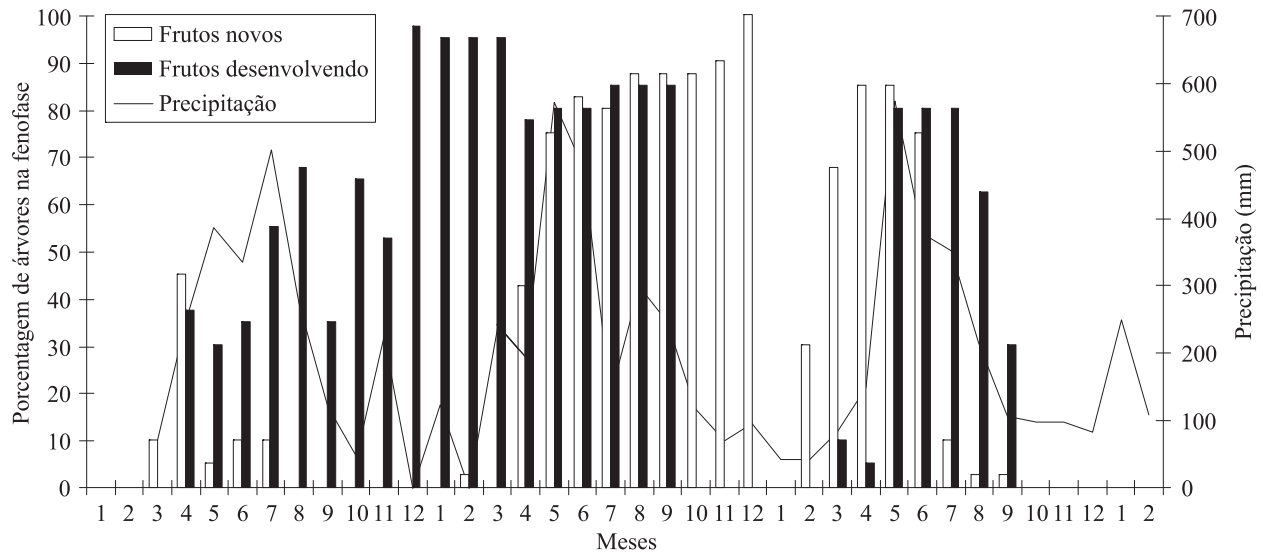


Figura 3 – Porcentagem de indivíduos de castanheira-do-brasil em frutificação registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009.

Figure 3 – Percentage of fruiting for brasil-nut trees, recorded fortnightly from February 2006 to February 2009.

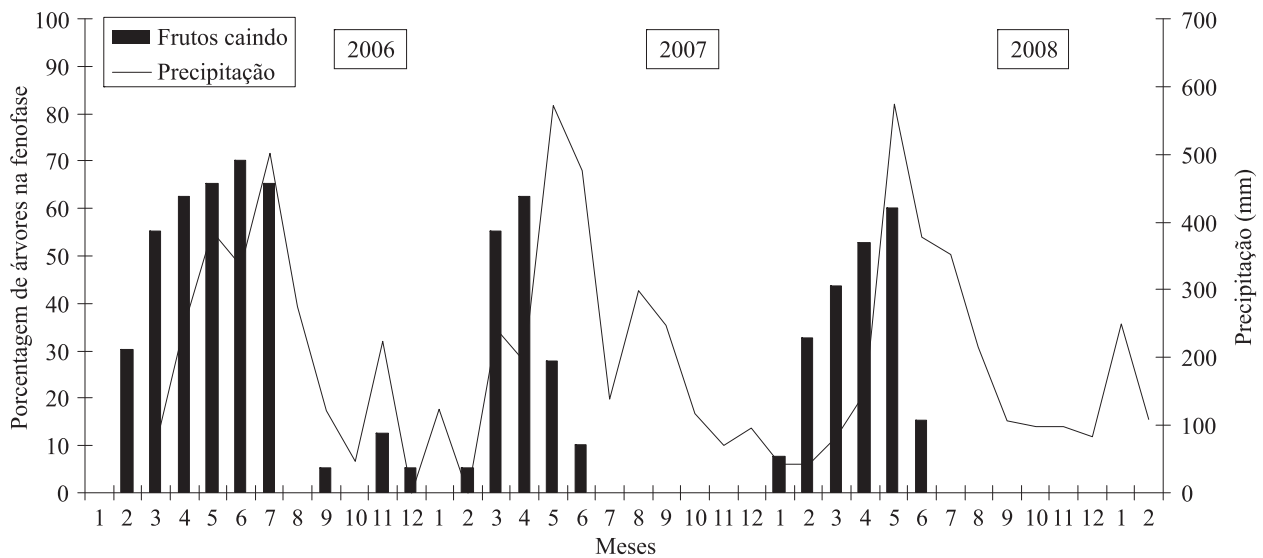


Figura 4 – Porcentagem de indivíduos de castanheira-do-brasil em dispersão registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009.

Figure 4 – Percentage of dispersal for brasil-nut trees, recorded fortnightly from February 2006 to February 2009.

Segundo Leight (1999), árvores com sementes grandes atrativas a roedores como as cutias devem ser sincrônicas na frutificação, pois, quando os frutos são abundantes, as cutias enterram mais sementes e a probabilidade de que essas sementes não sejam novamente encontradas e germinem é maior. Segundo o autor, no Panamá Central, a maioria das sementes grandes escapam do ataque de insetos somente se são enterradas por roedores.

Segundo Peres e Baider (1997), as sementes da castanheira-do-brasil são disseminadas por roedores, principalmente pela cutia. Algumas sementes são consumidas imediatamente, outras são armazenadas para posterior consumo ou abandonadas em outras áreas, onde germinam. As sementes são dispersas até 25 metros da árvore adulta e são enterradas individualmente a uma profundidade de 1 a 3 cm.

Em 2006, a frutificação iniciou em março com a maior proporção de indivíduos apresentando frutos novos no mês de abril (45%). Em 2007 e 2008, a frutificação iniciou em fevereiro com pico nos meses de dezembro em 2007 (100% dos indivíduos observados com frutos novos) e abril e maio em 2008 (85% dos indivíduos observados com frutos novos).

Os indivíduos apresentaram frutos em diferentes estádios de desenvolvimento ocorrendo de forma simultânea durante o ano, o que, segundo Maués (2002), ocorre devido ao longo período de desenvolvimento e maturação dos frutos que duram, em média, 14 meses. Em São João da Baliza, observou-se um período médio de 10 meses entre a observação de frutos novos e a dispersão, com um mínimo de 9 e um máximo de 13 meses, sendo menor do que o observado por Vieira et al. (2007), que foi de 15 meses.

A dispersão (queda dos frutos) iniciou na estação seca, no mês de fevereiro em 2006 e 2007 e janeiro em 2008, com pico na estação chuvosa, ocorrendo de forma sincrônica ($Z= 0,67$). Em média, a duração da fenofase foi de 5,6 meses, o que difere do leste da Amazônia onde os frutos começam a cair no início da estação chuvosa (janeiro a abril), com um período de dispersão de 4 meses (CLEMENT, 2000) e Porto Velho (RO) com a dispersão dos frutos durando 8 meses (VIEIRA et al., 2007).

Em 2006, a dispersão dos frutos se iniciou na segunda quinzena do mês de fevereiro estendendo-se até o final de julho com pico nos meses de maio junho e julho (65%, 70% e 65% dos indivíduos dispersando os frutos, respectivamente). Em 2007, a dispersão iniciou-se em

fevereiro, estendendo-se até o final de junho, com pico nos meses de março, abril e maio com 55%, 62,5% e 27,5%, respectivamente. Em 2008, a dispersão iniciou-se em janeiro, estendendo-se, como em 2007, até o final de junho também com pico nos meses de março, abril e maio com 43,5%, 52,5% e 60% dos indivíduos dispersando os frutos, respectivamente.

Segundo Lobo et al. (2003), além da precipitação, a umidade do solo, a competição por polinizadores e dispersores, a herbivoria e as restrições filogenéticas tem forte influência sobre os padrões fenológicos.

Segundo Schaik et al. (1993), a hipótese do tempo ótimo de germinação afirma que um número maior de plantas deveria frutificar no início da estação chuvosa em florestas sazonalmente secas. Para Foster (1992), a dispersão das espécies é controlada pela época que apresenta as condições mais favoráveis à germinação das sementes. A produção e a queda dos frutos na estação úmida seriam vantajosas, pois aumentam a possibilidade de germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas.

O estágio de plântulas é o mais vulnerável no ciclo de vida de uma árvore. Nesse estágio, a mortalidade é severa devido às plântulas terem uma capacidade mínima de resposta a condições bióticas ou abióticas desfavoráveis. A presença de predadores e patógenos, considerados os principais responsáveis pela mortalidade de plântulas e mudas, pode mudar com o clima ou a época do ano e, portanto, ter alguma influência sobre o padrão fenológico de uma determinada espécie (RATHCKE; LACEY, 1985).

3.2.3 Emissão e queda de folhas

O padrão fenológico da emissão de folhas tendeu a variar anualmente, sendo próximo ao contínuo em 2007 e bi-modal em 2006 e 2008 (Figura 5). Porém, foi observada grande proporção de indivíduos emitindo folhas novas e perdendo folhas velhas ao mesmo tempo, durante grande parte do ano, o que concorda com as observações fenológicas realizadas por Vieira et al. (2007) em Porto Velho (RO).

Em 2006, a emissão de folhas iniciou em março e estendeu-se até dezembro, com duração de 10 meses e pico no mês de maio com 100% dos indivíduos observados apresentando folhas novas. A queda das folhas iniciou-se em fevereiro e estendeu-se até novembro com duração de 10 meses e pico nos meses de agosto e setembro com 100% dos indivíduos perdendo folhas.

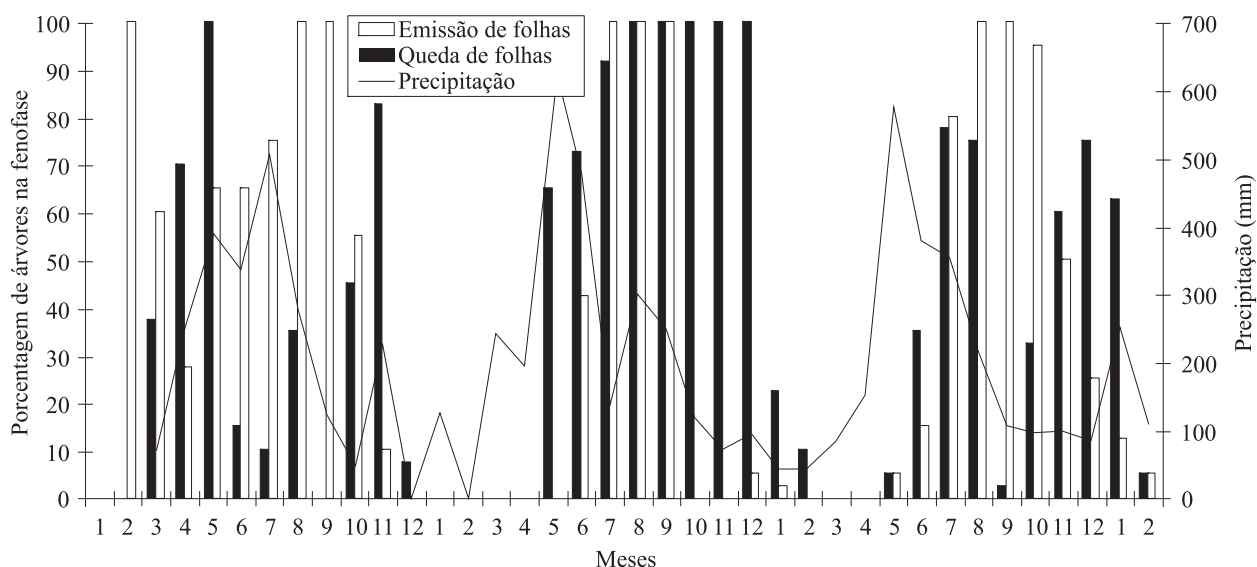


Figura 5 – Porcentagem de indivíduos de castanheira-do-brasil em emissão e queda de folhas registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009.

Figure 5 – Percentage of leaf flush and leaf fall for brasil-nut trees recorded fortnightly from February 2006 to February 2009.

Em 2007, a emissão de folhas iniciou em maio, estendendo-se até dezembro com duração de 7 meses e pico entre os meses de agosto e dezembro com 100% dos indivíduos com folhas novas. A queda das folhas iniciou-se em junho e estendeu-se até dezembro com duração de 7 meses e pico nos meses de julho a setembro, período em 100% dos indivíduos perderam folhas.

Em 2008, a emissão de folhas iniciou-se em janeiro, estendendo-se até dezembro, com duração de 10 meses, uma vez que não foram observados indivíduos emitindo folhas novas em março e abril. O pico ocorreu no mês de julho com 77,5% dos indivíduos apresentando folhas novas. A queda das folhas iniciou em janeiro, estendendo-se até dezembro, com duração de 9 meses, pois não foram observados indivíduos perdendo folhas nos meses de fevereiro, março e abril. O pico da queda de folhas ocorreu nos meses de agosto e setembro com 100% dos indivíduos perdendo folhas.

A queda das folhas se concentrou predominantemente entre os meses de agosto e outubro nos 3 anos, podendo ser considerada sazonal. Durante os três anos, observou-se uma maior proporção de indivíduos perdendo folhas entre os meses de agosto e outubro, que caracterizam um período de transição entre a época mais chuvosa e a mais seca, com sensível redução de precipitação.

Para Jordan (1983), o estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes podem influenciar a queda

de folhas. A deficiência hídrica temporária é um fator importante mesmo em climas praticamente uniformes com chuvas bem distribuídas.

Não foram observados indivíduos com desfolhamento total, como o observado por Maués (2002) em plantio no leste do Pará e Vieira et al. (2007) em floresta ombrófila aberta em Porto Velho (RO). Em São João da Baliza, a espécie pode ser caracterizada como de hábito sempre-verde, que brota ao mesmo tempo em que perde suas folhas durante grande parte do ano.

Segundo Fenner (1998), além das condições ambientais, a herbivoria pode ser considerada como força seletiva e determinante na emissão de folhas de uma planta. A produção de folhas novas pode coincidir com o período em que os herbívoros (principalmente os insetos) são menos abundantes. Nesse caso, a emissão de folhas novas no período seco seria vantajosa, o que não parece ser a estratégia adotada pela castanheira-do-brasil. Uma outra estratégia possível para reduzir a herbivoria, segundo Fenner (1998), seria a de produzir folhas de forma sincrônica na população e saciar os herbívoros. Essa hipótese parece ser mais viável para a espécie, uma vez que a emissão de folhas mostrou-se sincrônica na área em estudo ($Z=0,78$) com 100% dos indivíduos na fenofase na época de pico nos anos de 2006 e 2007.

4 CONCLUSÕES

A floração da castanheira-do-brasil mostrou-se anual, longa e sincrônica e ocorreu, predominantemente, durante a época de menor precipitação por um período médio de 6 meses.

A frutificação mostrou-se anual, longa e sincrônica. Observou-se um período médio de 10 meses entre a observação de frutos novos e a sua dispersão.

O padrão fenológico da emissão de folhas tendeu a variar anualmente, sendo próximo ao contínuo em 2007 e bi-modal em 2006 e 2008. Observou-se uma maior proporção de indivíduos perdendo folhas entre os meses de agosto e outubro que caracterizam um período de transição entre a época seca e chuvosa com sensível redução de precipitação.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa e ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq) pelo apoio financeiro. Agradecemos a todos os colegas do projeto Kamukaia: Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros na Amazônia, especialmente a Adebaldo Sampaio Telles e José de Anchieta Moreira da Costa pela dedicação e o esmero na coleta dos dados.

6 REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em florestas tropicais úmidas de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 9, n. 1, p. 163-198, set. 1979.

ARAÚJO, M. M.; OSAQUI, H.; MELO, R. S. Padrão de distribuição espacial de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K), barragem do contato, Floresta Nacional de Carajás, Pará. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 2001. p. 367-375.

AUGSPURGER, C. K. Phenology, flowering, synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica*, Zurich, v. 15, n. 4, p. 257-267, dez. 1983.

BRASIL. Departamento Nacional da produção Mineral. **Projeto Radambrasil**: folha NA.20: Boa Vista e parte das folhas NA 21, Tumucumaque, NB.20, Roraima e NB 21, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 428 p.

CALVIN, G. P.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* MART. em trecho de floresta de altitude o município de Miguel Pereira-RJ. *Revista da Universidade Rural*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 22-40, jan./jun. 2005.

CLEMENT, C. R. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: INPA, 2000. p. 119-132.

CYMERYS, M.; WADT, L.; KAINER, K.; ARGOLLO, V. Castanheira: *Bertholletia excelsa* H&B. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, 2005. p. 61-74.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in plant ecology evolution and systematic**, Massachussetts, v. 1, n. 1, p. 78-91, Apr. 1998.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 305-317, maio 1999.

FOSTER, R. B. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. In: LEIGHT, E. G.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. **Ecologia de un bosque tropical**. Balboa: Smithsonian Tropical Research Institute, 1982. p. 219-241.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA. **O Brasil do hemisfério norte: diagnóstico científico e tecnológico para o desenvolvimento**. Boa Vista: Ambtec, 1993. 512 p.

JORDAN, C. F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F. B. (Ed.). **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. [S.l.: s.n.], 1983. p. 117-136.

LEÃO, N. V. M.; CARVALHO, J. O. P. Fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas da Amazônia. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. **A silvicultura na Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 117-128.

LEIGHT, E. G. **Tropical forest ecology**. New York: Oxford University, 1999. 245 p.

- LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: _____. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer, 1974. p. 3-19.
- LOBO, J. A.; QUESADA, M.; STONER, K. E.; FUCHS, E. J.; HERRERIAS-DIEGO, Y.; ROJAS, J.; SABORIO, G. Factors affecting phenological patterns of bombacaceous trees in seasonal forest in Costa Rica and Mexico. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 90, n. 7, p. 1054-1063, July 2003.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 384 p.
- MAUÉS, M. M. Reproductive phenology and pollination of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb.& Bonpl.) in eastern Amazônia. In: KEVAN, P.; FONSECA, I. **Pollinating bees-the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 245-254.
- MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- MORY, S. A.; PRANCE, G. T. Phenology. In: MORI, S. A. The lecythidaceae of a lowland neotropical forest: la fumée mountain, French Guiana. **Memoirs of The New York Botanical Garden**, New York, v. 44, p. 124-316, 1987.
- MULLER, C. H.; FIQUEIREDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B. **Castanha-do-Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 65 p. (Coleção plantar).
- NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. **Biotropica**, Zurich, v. 26, n. 2, p. 141-159, June 1994.
- PERES, C. A.; BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 13, p. 595-616, July 1997.
- RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 16, p. 179-214, Nov. 1985.
- SCHAIK, C. P. van; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 24, p. 353-377, Nov. 1993.
- TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, mar. 2000.
- TUTIN, C. E. G.; FERNANDEZ, M. Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 9, n. 2, p. 241-248, May 1993.
- VIEIRA, A. H.; BENTES-GAMA, M. M.; OLIVEIRA, A. C.; ROCHA, R. B. Contribuições sobre a fenologia da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HUMB.BOMPL.) em Porto Velho (RO). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. CD-ROM.
- WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Dorchester, v. 211, p. 371-384, June 2005.